

# STUDI KESESUAIAN ALAT MUAT DAN ALAT ANGKUT DALAM UPAYA MENGOPTIMASI PENGUPASAN TANAH PENUTUP (*OVERBURDEN*) DI PIT BENDILI PT. KALTIM PRIMA COAL SANGATTA KABUPATEN KUTAI TIMUR KALIMANTAN TIMUR

*(Study Of Suitability Between Digger And Hauler In An Effort To  
Optimize Stripping Overburden On Pit Bendili PT. Kaltim Prima Coal  
Sangatta East Kutai Regency  
East Kalimantan)*

**Gandung Iman Santoso, Harjuni Hasan, Shalaho Dina Devy**

Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda

Gandung.is@yahoo.co.id

## Abstrak

Penentuan unit alat mekanis dan jumlahnya menjadi hal yang sangat penting dalam pencapaian target produksi pengupasan tanah penutup. Berkaitan dengan hal tersebut maka dalam penulisan skripsi ini akan dilakukan simulasi penggunaan alat gali muat dan alat angkut berdasarkan teori kesesuaian dan keserasian untuk mendapatkan rekomendasi penggunaan peralatan yang optimal dan efisien. Kesesuaian dan keserasian alat mekanis (alat gali muat dan alat angkut) berkaitan dengan produktivitas alat tersebut. Untuk menentukan produktivitas diperlukan elemen waktu edar, kesediaan alat, kapasitas bak dan bucket, serta penggunaan alat tersebut. Berdasarkan hasil simulasi kesesuaian dan keserasian alat, digunakan 3 unit Liebherr R9800B yang setiap unitnya dikombinasikan dengan 4 unit Hitachi Euclid EH4500 dan 9 unit Hitachi Euclid EH5000. Kemudian 3 unit Liebherr 996S yang setiap unitnya dikombinasikan dengan 5 unit Caterpillar 789, 2 unit Hitachi Euclid EH4500, dan 3 unit Hitachi Euclid EH5000. Kemudian 3 unit Hitachi EX3600B yang setiap unitnya dikombinasikan dengan 2 unit Caterpillar 789, 1 unit Hitachi Euclid EH4500, dan 2 unit Hitachi Euclid EH5000. Sehingga dengan 9 armada itu mampu mengupas tanah penutup sebesar 6.435.655,17 BCM per bulan dan mencapai target yang dicanangkan sebesar 5.905.358 BCM pada bulan Januari 2017.

**Kata Kunci:** alat gali muat, alat angkut, faktor keserasian, tanah penutup

## Abstract

The amount determination of mechanical equipment unit and type become the most important things to achieve the target of stripping overburden. Related to that, and then in this thesis will be done a simulation of digger and dump truck usage according to suitability and match factor theory to get some optimal and efficient recommendations for equipment usage. Equipment suitability and matching appearance (digger and hauler) related to their productivity. To determine productivity, need some elements which are equipment cycle time, equipment availability, vessel and bucket capacity, and usage of those equipment. The diggers used for stripping overburden in PT. Kaltim Prima Coal are Liebherr R9800B, Liebherr 996S, and Hitachi EX3600B. And the dump truck's types are Caterpillar 789, Hitachi Euclid EH4500, and Hitachi Euclid EH5000. According to the match factor simulation result, using 3 Liebherr R9800B units and each unit combined with 4 units of Hitachi Euclid EH4500 and 9 units of Hitachi Euclid EH5000. Then, 3 Liebherr 996S units and each unit combined with 5 units of Caterpillar 789, 2 units of Hitachi Euclid EH4500, and 3 units of Hitachi Euclid EH5000. Then, 3 Hitachi EX3600B units and each unit combined with 2 units of Caterpillar 789, 1 unit of Hitachi Euclid EH4500, and 2 units of Hitachi Euclid EH5000. Thus, with that 9 fleets are able to strip the overburden in the amount of 6.435.655,17 BCM per month and achieve the announced target that 5.905.358 BCM in January 2017.

**Keywords:** digger, hauler, match factor, overburden

## PENDAHULUAN

Dalam pelaksanaan operasi penambangan terdapat banyak keterbatasan untuk mencapai produksi yang maksimum, seperti terbatasnya

tenaga ahli, manajemen waktu yang kurang efisien, dan terbatasnya biaya yang dapat dikeluarkan. Perancangan penambangan meliputi pertimbangan-pertimbangan kemampuan alat mekanis, kapasitas produksi alat mekanis, dan faktor penunjang lainnya.

Dalam kegiatan pengupasan tanah penutup (*overburden*) di PT. KPC, terdapat satu faktor yang menonjol yang menyebabkan produksi menjadi tidak optimal, yaitu *operating delay time* yang tinggi sehingga produksi alat mekanis menjadi tidak maksimal.

Selain itu, pengoperasian alat yang tidak serasi membuat tingkat produktivitas dari alat-alat tersebut menjadi tidak optimal. Hal ini akan berimbas langsung ke tingkat pengupasan lapisan tanah penutup maupun produksi batubara itu sendiri.

Oleh karena itu penentuan *unit* alat mekanis dan jumlahnya pada kegiatan penambangan menjadi salah satu hal yang perlu diperhatikan agar mendapatkan produksi yang optimal. Sehingga kegiatan pengupasan tanah penutup (*overburden*) akan berjalan dengan optimal dan efisien.

Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui faktor tingginya *operating delay* dan pengaruhnya terhadap produktivitas alat gali muat dalam operasi pengupasan tanah penutup (*overburden*), mengetahui kapasitas produksi dari alat gali muat dan alat angkut, mengetahui alat angkut yang tepat untuk satu unit alat gali muat berdasarkan aspek teknis, mengoptimalkan pengupasan tanah penutup (*overburden*) berdasarkan jumlah dan kapasitas produksi alat gali muat dan alat angkut setiap *fleet*.

## METODOLOGI

### Tahap Persiapan

1. Studi literatur
2. Perumusan masalah
3. Pengamatan lapangan

### Teknik Pengambilan Data

Metode pengambilan data yang digunakan adalah metode langsung (primer) dan metode tidak langsung (sekunder).

#### Metode Langsung (primer)

Pada metode langsung yang digunakan, yaitu terdiri dari :

1. Observasi lapangan
2. Pengambilan data

Adapun data yang diambil yaitu :

- 1) *Load cycle time* alat muat
- 2) *Payload* aktual
- 3) Kondisi lapangan

#### Metode Tidak Langsung

Pada metode tidak langsung yang digunakan, yaitu terdiri dari :

1. Literatur
2. Pengambilan data dari *dispatch*

Adapun data yang diambil yaitu :

- 1) *Cycle time* alat angkut
- 2) *Delay time* alat muat
- 3) *Delay time* alat angkut
- 4) *Schedule hours* alat muat dan alat angkut

### Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan yaitu :

1. Melakukan kajian historikal terhadap alat muat dan alat angkut yang terdiri dari produktivitas alat muat dan alat angkut.
2. Melakukan kajian data aktual yang terdiri dari produktivitas alat muat dan alat angkut.
3. Korelasi kajian historikal dan aktual  
Simulasi *match factor* optimum berdasarkan jenis alat-alat mekanis yang digunakan, jumlah unit alat mekanis, dan aspek teknis dari setiap jenis alat mekanis tersebut.
4. Pencapaian target produksi OB

### Analisis Data

1. Menganalisa waktu *delay* yang terjadi di lapangan
2. Melakukan perhitungan produktivitas alat muat dan alat angkut
3. Melakukan simulasi *match factor* dan pencapaian target produksi
4. Menarik kesimpulan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kondisi Loading Point

Kondisi *loading point* dapat menentukan metode pemuatan yang akan dilakukan. Jika kondisi *loading point* yang baik, maka akan dapat dilakukan metode pemuatan *double side loading*, yaitu metode pemuatan yang memungkinkan dua truk untuk dapat mengambil posisi untuk dimuat, sehingga *loading point* diharuskan dapat mengakomodir dua truk sekaligus didalamnya.

### Kondisi Jalan Angkut

Kemiringan jalan (*road grade*) berpengaruh besar terhadap waktu edar alat angkut, tentu kecepatan ketika sedang menanjak akan lebih rendah daripada kecepatan saat keadaan normal ataupun menurun. Disitu akan membuat waktu edar akan meningkat. Namun disisi lain, kecepatan akan lebih tinggi apabila ada jalan yang menurun, sehingga waktu edar akan lebih rendah. *Grade* yang menjadi standar di PT. KPC maksimal sebesar 8 %, kecuali ada persetujuan dari pihak yang bertanggung jawab untuk membuat *grade* jalan yang lebih dari 8%.

### Peralatan yang Digunakan

Adapun peralatan yang digunakan di pit Bendili yaitu:

**Tabel 1.** Peralatan yang digunakan

Tipe Alat	Jenis Alat	Kapasitas Bucket/Vessel
Hitachi EX3600B	Excavator Backhoe	22 BCM
Liebherr 996S	Excavator Shovel	34 BCM
Liebherr R9800B	Excavator Backhoe	45 BCM
Caterpillar 789	Dump Truck	188 ton
Hitachi Euclid EH4500	Dump Truck	280 ton
Hitachi Euclid EH5500	Dump Truck	290 ton
Liebherr T282B	Dump Truck	360 ton

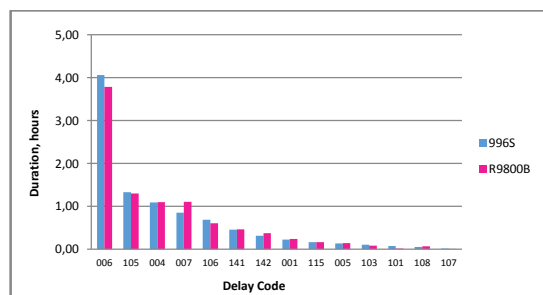
**Faktor Delay**

Banyaknya faktor delay yang terjadi dalam operasi pengupasan tanah penutup di pit bendili dapat dilihat pada table berikut :

**Tabel 2.** Delay time dan standby time pit Bendili Departemen Bintang

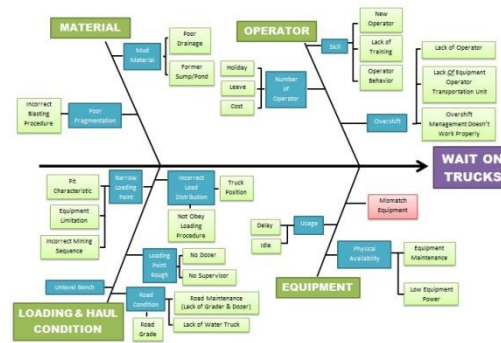
Delay Code	Delay and Standby Categories	Liebherr 996S (hours/day)	Liebherr R9800B (hours/day)
006	Wait On Trucks	4.06	3.79
105	Rain	1.33	1.30
004	Relocate	1.09	1.10
007	Wait On Other Equip	0.85	1.11
106	Wet Roads	0.69	0.60
141	Holidays(Shutdown)	0.45	0.47
142	No Rostered Plan	0.32	0.37
001	Daily Fuel-PM	0.22	0.24
115	Wait For Blasting	0.17	0.16
005	Eng. Delays	0.14	0.14
103	Praying	0.11	0.08
101	Not Required/Asked To Standby	0.08	0.01
108	Walk And Wash Unit	0.05	0.07
107	Fog	0.02	0.00

Faktor delay yang menonjol dalam operasi pengupasan *overburden* di pit bendili digambarkan pada diagram berikut :

**Gambar 2.** Delay pit Bendili

Delay yang terbesar yaitu *delay wait on trucks*, dimana *digger* menunggu karena tidak ada *dump truck* di *loading point* untuk dimuati.

Departemen Bintang adalah salah satu departemen dibawah *Mine Operation Division* PT. KPC. Alat gali muat yang tersedia di Departemen Bintang yaitu Hitachi EX3600B, Liebherr 996S, dan Liebherr R9800B dan alat angkut yang tersedia di Departemen Bintang yaitu CAT 789, Hitachi Euclid EH4500, dan Hitachi Euclid EH5000.

**Gambar 3.** Fishbone diagram untuk *wait on trucks*

Hasil analisa dari *wait on trucks* ada banyak faktor, faktor utama yaitu *equipment*, *operator*, *material*, dan *loading & haul condition*. Namun yang akan dikaji lebih lanjut faktor *equipment* elemen *mismatch* antara alat gali muat dan alat angkut yang beroperasi pada Departemen Bintang PT. KPC.

Pada *delay wait on trucks*, terdapat faktor *mismatch* atau ketidaksesuaian kombinasi alat muat dan alat angkut. Penelitian akan difokuskan terhadap faktor tersebut.

**Loading Point dan Dumping Point**

*Loading point* dan *dumping point* yang ada di pit Bendili antara lain :

**Tabel 3.** Loading point dan dumping point

No	Loading Point ID	Pit	Dumping Point ID	Jarak (m)	Overall Grade (°)
1	BDP08-0904890POB	Bendili	PJVWD+40E424PAF	5.407,50	3,19
2	BDP09-0504655POB	Bendili	PJVWD+40E424PAF	5.778,33	3,51
3	BDP08-1404845POB	Bendili	ABVWD+150E434PAF	5.648,01	5,19
4	BDLPR+1002607POB	Bendili Prima	ABVWD+180E549PAF	3.377,15	-0,43
5	BDLPR+0104812POB	Bendili Prima	ABVWD+180E438PAF	3.505,30	0,83
6	BDLPR+0114813POB	Bendili Prima	ABVWD+180E438PAF	3.505,30	0,83
7	BDP09-0404942POB	Bendili	PJVWD+040E434PAF	5.769,82	3,58
8	BDP08-0614467POB	Bendili	PJVWD+040E434PAF	5.407,5	3,19
9	BDP06-1904993POB	Bendili	ABVWD+150E438PAF	5.738,40	5,10

**Kondisi Material Overburden**

Kondisi material yang buruk yaitu fragmentasi hasil peledakan yang kurang baik. Ukuran fragmentasi tersebut masih besar dan menyulitkan bagi alat muat untuk memuat ke dalam *bucket*. Kondisi seperti ini sering dijumpai sehingga alat muat harus bekerja keras untuk memecahkan material dahulu lalu kemudian dimuat.

- Swell Factor*; *Loose density* untuk material *overburden* yang digunakan PT. KPC yaitu  $1,7 \text{ ton/m}^3$ , sedangkan *bank density* untuk material *overburden* yang digunakan PT. KPC yaitu  $2,4 \text{ ton/m}^3$ . Sehingga *swell factor* yang digunakan yaitu 0,71, atau terjadi pengembangan sebesar 41,18% dari keadaan material aslinya.

- b. *Fill factor* didapatkan dari korelasi *payload* aktual suatu truk dengan jumlah *loading pass* dan kapasitas *bucket digger*. Sehingga didapatkan *fill factor* 0,98 untuk Liebherr R9800B; 0,87 untuk Liebherr 996S; dan 0,98 untuk Hitachi EX3600B.

#### Human Factor

Biasanya operator yang memiliki *skill* yang kurang baik tersebut adalah operator baru yang belum memiliki pengalaman. Selain itu, etos kerja dari para operator berpengaruh terhadap waktu edar alat gali muat maupun alat angkut. Contohnya adalah ketika sudah berada di akhir *shift*, operator *dump truck* cenderung memperlambat laju truknya. Tentu hal ini akan meningkatkan waktu edar dari truk tersebut. Keadaan ini juga terjadi saat pergantian *shift* sementara untuk operator melakukan makan siang dan beribadah.

**Tabel 4. Equipment type operator efficiency**

Equipment	Type	Operator Efficiency (%)
Digger	Hitachi EX3600B	54,50
	Liebherr 996S	59,26
	Liebherr R9800B	65,28
Dump Truck	Caterpillar 789	90,27
	Hitachi Euclid EH4500	89,74
	Hitachi Euclid EH5000	90,33

#### Kesediaan Alat

Kesediaan alat yang digunakan yaitu *physical availability* (PA) dan *Usage* untuk menentukan produktivitas masing-masing alat.

**Tabel 5. Kesediaan alat mekanis**

Equipment	Type	Physical Availability (A) (%)	Usage (%)
Digger	Hitachi EX3600B	97,43	44,92
	Liebherr 996S	89,39	50,95
	Liebherr R9800B	85,6	56,05
Dump Truck	Caterpillar 789	92,24	71,65
	Hitachi Euclid EH4500	89,94	69,56
	Hitachi Euclid EH5000	91,62	71,04

Dapat dilihat bahwa *digger* dengan PA tertinggi yaitu Hitachi EX3600B dan *hauler* dengan PA tertinggi yaitu Caterpillar 789.

#### Produktivitas Alat

##### Produktivitas Digger

Berikut adalah produktivitas *digger*, *maximum productivity* merupakan produktivitas maksimum yang mampu dicapai alat tersebut ketika tidak mengalami kerusakan. *Effective productivity* adalah produktivitas alat efektif setelah digunakan untuk bekerja.

**Tabel 6. Produktivitas digger**

Digger Type	Max Prod (BCM/hour)	Eff Prod (BCM/hour)
Hitachi EX3600B	1.289,27	579,14
Liebherr 996S	2.104,16	1.071,97
Liebherr R9800B	3.012,13	1.688,44

##### Produktivitas Hauler

Berdasarkan data yang telah didapatkan dari dispatch, maka dilakukan perhitungan produktivitas alat angkut (*hauler*). Berikut adalah produktivitas *hauler*, berdasarkan *digger* yang dilayani:

**Tabel 7. Produktivitas hauler**

Digger Type	Max Productivity (BCM/hour)			Eff Productivity (BCM/hour)		
	CAT 789	EH 4500	EH 5000	CAT 789	EH 4500	EH 5000
Hit EX3600B	110,67	154,28	150,07	79,30	107,32	106,61
Lieb 996S	117,80	157,31	160,35	84,41	109,43	113,91
Lieb R9800B	-	160,24	179,21	-	111,46	127,31

##### Match Factor

*Match factor* yaitu faktor keserasian antara alat gali muat dan alat angkut yang digunakan untuk satu *fleet*. Kriteria *match factor* yaitu :

MF = 1, maka kombinasi alat ideal

MF < 1, maka digger menunggu dan hauler sibuk

MF > 1, maka digger sibuk dan hauler menunggu

**Tabel 8. Match factor aktual**

Digger	Jenis Truck	Jumlah Truck	MF
Kombinasi EX3600B dengan dua jenis alat angkut			
EX3600B	Cat 789	5	0,87
	Hit EH4500	1	
Kombinasi Liebherr 996S dengan dua jenis alat angkut			
Lieb 996S	Cat 789	3	0,86
	Hit EH4500	4	
	Hit EH5000	2	
Kombinasi Liebherr R9800B dengan dua jenis alat angkut			
Lieb R9800B	Hit EH4500	2	0,89
	Hit EH5000	10	

Sehingga total membutuhkan 81 alat angkut untuk 9 *fleet* yang digunakan.

Dari total 9 *fleet* yang dioperasikan, mampu memproduksi sebesar 6.304.110,09 BCM per bulan. Dengan target produksi pengupasan tanah penutup untuk pit Bendili dan Bendili Prima pada bulan Desember 2016 sebesar 5.342.795 BCM, maka dengan kombinasi dari 9 *fleet* tersebut sudah mencapai target dan surplus sebesar 961.315,09 BCM.

Sehingga dengan menggunakan 9 *fleet* untuk pit Bendili dan Bendili Prima milik departemen Bintang, target produksi pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*) bulan Desember 2016 sebesar 5.342.795 BCM sudah dapat tercapai.

### Perencanaan *Fleet*

Perencanaan *fleet* yang dilakukan adalah untuk merencanakan kombinasi *fleet* untuk bulan Januari 2017.

Dalam perencanaan *fleet* untuk bulan Januari 2017, menggunakan variabel yang telah ditentukan sebelumnya, yakni target *physical availability* (PA) dan target *usage* untuk bulan 2017.

### PA dan *Usage Plan*

Target *physical availability* dan *usage* adalah variabel yang telah ditentukan oleh PT. KPC untuk perencanaan *fleet* bulan Januari 2017. Target PA dan *usage* ini akan digunakan dalam perhitungan produktivitas untuk alat muat maupun alat angkut.

**Tabel 9.** PA dan *Usage Plan* Januari 2017

<i>Equipment Type</i>	<i>Physical Availability (%)</i>	<i>Usage (%)</i>
Hitachi EX3600B	87,1	53,0
Liebherr 996S	83,6	59,6
Liebherr R9800B	88,0	60,0
CAT 785	87,0	72,5
CAT 789B	85,3	72,5
CAT 789D	89,5	73,0
Hitachi Euclid EH4500	88,0	63,8
Hitachi Euclid EH5000	90,0	73,5

Dengan rencana *physical availability* dan *usage* seperti diatas, maka dibuat simulasi untuk menentukan kombinasi antara alat gali muat dan alat angkut yang optimum dalam operasi pengupasan tanah penutup. Metode simulasi menggunakan metode yang sama dengan penentuan *match factor* aktual yang sudah dijelaskan sebelumnya.

Kombinasi yang digunakan dalam membuat rekomendasi ini yaitu satu unit *digger* dengan satu jenis alat angkut dan kombinasi satu unit *digger* dengan beberapa jenis alat angkut.

Kombinasi alat gali muat dan alat angkut merupakan kombinasi untuk setiap unit *digger*, penggunaan jumlah truk berdasarkan simulasi ini akan dikalikan dengan jumlah unit *digger* yang dioperasikan, yakni 9 unit yang terbagi menjadi 3 unit untuk setiap tipe *digger*.

### *Match Factor Plan*

Dari parameter yang telah ada sebelumnya, kemudian dilakukan simulasi perencanaan *fleet* untuk bulan Januari 2017. *Match factor* rencana dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 10.** Kombinasi *fleet* rencana

Digger	Jenis Truck	Jumlah Truck	MF	Prod Fleet (BCM/hour)
Kombinasi Hitachi EX3600B dengan satu jenis alat angkut				
EX3600B	Cat 789	7	0,90	550,19
EX3600B	EH4500	6	0,90	549,91
EX3600B	EH5000	4	0,81	494,71
Kombinasi Hitachi EX3600B dengan dua jenis alat angkut				
EX3600B	Cat 789	2	0,81	496,20
	EH4500	1		
	EH5000	2		
Kombinasi Liebherr 996S dengan satu jenis alat angkut				
Lieb 996S	Cat 789	12	0,81	951,51
Lieb 996S	EH4500	10	0,82	961,62
Lieb 996S	EH5000	8	0,83	974,72
Kombinasi Liebherr 996S dengan dua jenis alat angkut				
Lieb 996S	Cat 789	5	0,81	954,31
	EH4500	2		
	EH5000	3		
Kombinasi Liebherr R9800B dengan satu jenis alat angkut				
Lieb R9800B	EH4500	16	0,86	1.586,52
Lieb R9800B	EH5000	13	0,88	1.635,58
Kombinasi Liebherr R9800B dengan dua jenis alat angkut				
Lieb R9800B	EH4500	4	0,83	1.528,96
	EH5000	9		

Simulasi *match factor* yang sudah diuraikan tersebut memberikan gambaran alat angkut yang optimal berdasarkan produktivitas untuk dipasangkan dengan alat muat yang tersedia, yakni Hitachi EX3600B, Liebherr 996S, dan Liebherr R9800B :

- Hitachi EX3600B dengan Cat 789
- Liebherr 996S dengan Hitachi Euclid EH5000
- Liebherr R9800B dengan Hitachi Euclid EH5000

Rekomendasi yang dipaparkan tersebut merupakan opsi produktivitas yang tertinggi untuk truk yang digunakan. Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas truk yaitu *travel time*, *spotting time*, dan *loading time*, serta kapasitas *vessel* dari setiap tipe truk.

Hitachi Euclid EH5000 menjadi truk yang paling tepat untuk semua *digger*, itu dikarenakan produktivitasnya yang tinggi, sehingga meskipun *loading time* lebih lama ketika melayani Hitachi EX3600B, karena memiliki kapasitas yang terbesar, kebutuhan truk akan menjadi lebih sedikit. Tetapi bukan berarti semua *fleet* harus menggunakan Hitachi EH5000 karena masih banyak faktor lain yang dipertimbangkan diluar dari aspek kecocokan secara teknis ini.

Berdasarkan hasil simulasi MF, maka didapatkan nilai MF antara 0,81 – 0,90, artinya unit *digger* masih memiliki waktu tunggu atau tidak bekerja 100%, sedangkan unit *dump truck* dalam kondisi sibuk atau bekerja 100%.

### Pencapaian Target Produksi Januari 2017

Dari simulasi tersebut telah didapatkan kombinasi antara alat gali muat dan alat angkut yang paling efisien dari segi teknis. Kemudian akan dikorelasikan antara produktivitas dari

keseluruhan 9 *fleet* tersebut dengan target produksi yang dicanangkan oleh Departemen Bintang untuk bulan Januari 2017.

Pada simulasi *match factor* tersebut membutuhkan 3 unit Liebherr R9800B, 3 unit Liebherr 996S, dan 3 unit Hitachi EX3600B, serta dengan alat angkut 21 unit Caterpillar 789, 21 unit Hitachi EH4500, dan 42 unit Hitachi EH5000.

Penggunaan peralatan berdasarkan simulasi tersebut pada tabel 11:

**Tabel 11.** Penggunaan peralatan

Digger Type	Unit	Kebutuhan DT per unit Digger		Total Kebutuhan DT
		DT Type	Unit DT	
Hitachi EX3600B	3	CAT 789	2	15
		Hitachi EH4500	1	
		Hitachi EH5000	2	
Liebherr 996S	3	CAT 789	5	30
		Hitachi EH4500	2	
		Hitachi EH5000	3	
Liebherr R9800B	3	Hitachi EH4500	4	39
		Hitachi EH5000	9	

Sehingga total membutuhkan 84 alat angkut untuk 9 *fleet* yang digunakan.

Dari total 9 *fleet* yang dioperasikan, unit *dump truck* mampu memproduksi sebesar 6.435.655,17 BCM per bulan. Dengan target produksi pengupasan tanah penutup untuk Pit Bendili dan Bendili Prima Departemen Bintang pada bulan Januari 2017 sebesar 5.905.358 BCM, maka dengan kombinasi dari 9 *fleet* tersebut sudah mencapai target dan surplus sebesar 530.297,17 BCM.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Faktor *operating delay* pada kegiatan operasional pengupasan lapisan tanah penutup di Pit Bendili adalah waktu *wait on trucks*, yang dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

- *Equipment*, terdiri dari *mismatch equipment*, *equipment usage*, dan *equipment physical availability*.

- *Operator*, terdiri dari keahlian operator, jumlah operator, dan *oversift*.
- *Material*, terdiri dari material lumpur dan fragmentasi hasil peledakan yang buruk.
- *Loading and haul condition*, terdiri dari *loading point* yang sempit, *unlevel bench*, kondisi jalan angkut yang buruk, kondisi *loading point* yang buruk, dan kesalahan prosedur *loading*.

2. Produktivitas (*productivity*) dari alat muat dan alat angkut adalah sebagai berikut:

- Hitachi EX3600B; 1.273,06 BCM/jam
- Liebherr 996S; 2.101,81 BCM/jam
- Liebherr R9800B; 3.097,43 BCM/jam
- CAT 789 terhadap Hitachi EX3600B; 110,67 BCM/jam
- CAT 789 terhadap Liebherr 996S; 117,80 BCM/jam
- Hitachi Euclid EH4500 terhadap Hitachi EX3600B; 154,28 BCM/jam
- Hitachi Euclid EH4500 terhadap Liebherr 996S; 157,31 BCM/jam
- Hitachi Euclid EH4500 terhadap Liebherr R9800B; 160,24 BCM/jam
- Hitachi Euclid EH5000 terhadap Hitachi EX3600B; 150,07 BCM/jam
- Hitachi Euclid EH5000 terhadap Liebherr 996S; 160,35 BCM/jam
- Hitachi Euclid EH5000 terhadap Liebherr R9800B; 179,21 BCM/jam

3. Unit yang paling optimal berdasarkan produktivitas *fleet* untuk setiap tipe *digger* adalah sebagai berikut :

- Hitachi EX3600B dengan Caterpillar 789
- Liebherr 996S dengan Hitachi Euclid EH5000
- Liebherr R9800B dengan Hitachi Euclid EH5000

4. Untuk mengoptimalkan pengupasan lapisan tanah penutup, maka unit peralatan yang diperlukan untuk mencapai MF = 1 adalah sebagai berikut :

- Hitachi EX3600B dengan 2 unit Cat 789, 1 unit EH4500, dan 2 unit EH5000
- Liebherr 996S dengan 5 unit CAT 789, 2 unit EH4500 dan 3 unit EH5000
- Liebherr R9800B dengan 4 unit EH4500, dan 9 unit EH5000
- Total 9 unit *digger* dan 84 unit *dump truck*
- Produksi sebesar 6.435.655,17 BCM per bulan

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis haturkan kepada segenap *engineer* departemen *Strategic Planning*, dan departemen Bintang PT. Kaltim Prima Coal atas segala bentuk bantuan dan bimbingannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2015, *Caterpillar Performance Handbook Edition 45*, (hal. 7-234), Caterpillar Inc, Peoria
- \_\_\_\_\_, 2000, *Hitachi EX3600*, Hitachi Construction Machinery Co., Ltd., Tokyo
- \_\_\_\_\_, 2002, *Hitachi EH4500*, Hitachi Construction Machinery Co., Ltd., Tokyo
- \_\_\_\_\_, 2006, *Hitachi EH5000*, Hitachi Construction Machinery Co., Ltd., Tokyo
- \_\_\_\_\_, 1995, *Mining Excavator R996*, Liebherr Group, Germany
- \_\_\_\_\_, 2010, *Mining Excavator R9800*, Liebherr Group, Germany
- \_\_\_\_\_, 2004, *Mining Truck T282B*, Liebherr Group, Germany
- \_\_\_\_\_, 2009, Undang-undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2009 Tentang Pertambangan Mineral dan Batubara (hal. 2), Jakarta
- Filas, F.J., 2002, *Excavation, Loading, and Mineral Transport*, In *SME Mining Reference Handbook* Edited by Raymond L. Lowrie, (hal. 225), SME, Colorado
- Hartman, H.L., dan Mutmanský, J.M., 2002, *Introductory To Mining Engineering – 2<sup>nd</sup> Edition*, (hal. 171), John Wiley & Sons Publisher, Inc., New Jersey
- Hustrulid, W., Kuchta, M., and Martin R., 2013, *Open Pit Mine Planning and Design Volume 1 - Fundamentals 3<sup>rd</sup> Edition*, (hal. 883), CRC Press Taylor & Francis, Florida
- Indonesianto, Yanto., 2014, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”, Yogyakarta
- Prodjosumarto, Partanto., 1983, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Institut Teknologi Bandung, Bandung
- \_\_\_\_\_, 2000, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Institut Teknologi Bandung, Bandung
- Rochmanhadi, 1992, *Kapasitas dan Produksi Alat-alat Berat*, Departemen Pekerjaan Umum Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta
- Tenriajeng, A.T., 2003, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Gunadarma, Jakarta